



Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux

*Département du Centre de Coopération Internationale
en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD)*

RECHERCHES SUR LA POSSIBLE TRANSMISSION PAR INSECTES
DE LA POURRITURE DU COEUR DU PALMIER A HUILE
EN EQUATEUR
BILAN A MI-1990 ET ORIENTATIONS POUR 1990-91

♦ ♦ ♦ ♦

Mission du 30/6 au 9/7/90

J.-F. JULIA

Doc. 2299
Décembre 90

I N D I C E

I - SITUATION DES ATTAQUES DE PC A MI-90	2
II - RECHERCHES ENTOMOLOGIQUES SUR LA VECTION DE LA PC .	2
II1 - Objectif et hypothèse de recherche	2
II2 - Moyens disponibles sur les deux plantations pour la conduite du programme	3
II3 - Le programme de recherche insectes vecteurs - PC principe, historique et situation en juin 90 .	3
II3.1 - Confirmation d'une possible relation entre les espèces 77, 78 et la PC en Oriente équatorien	4
II3.2 - Tests de transmission avec les espèces suspectes 77, 78, 116, 241	5
II3.2.1 - Rappel sommaire de quelques éléments de biologie connus	5
II3.2.2. Techniques d'essais de transmission par insectes	6
III - RECHERCHES EN OCCIDENTE EQUATORIEN	9
IV - PRECONISATIONS	9
V - CONCLUSION	10

RECHERCHES SUR LA POSSIBLE TRANSMISSION PAR INSECTES
DE LA POURRITURE DU COEUR DU PALMIER A HUILE EN EQUATEUR
BILAN A MI-1990 ET ORIENTATIONS POUR 1990-91

M. J.F. JULIA, Mission du 30/6 au 9/7/90

I - SITUATION DES ATTAQUES DE PC A MI-90

Les caractéristiques de la PC en Oriente équatorien restent inchangées. La progression exprimée en pourcentage des arbres plantés est pratiquement linéaire et plus forte en bordure de plantation et surtout en corridor. Elle est limitée par l'établissement de cordons sanitaires déforestés de 100 à 500 m de largeur. La diminution du potentiel d'infection d'un programme de plantation au suivant reste évidente sur les deux plantations de Palmeras del Ecuador à Shushufindi (PDE) et de Palmoriente à Huashito (P.O.). Cette diminution de gravité de la P.C. paraît en relation avec la réduction de l'effet de bordure (nouvelles plantations réalisées en situation centrale ou en bordures avec cordon sanitaire).

Alors qu'on avait noté une légère diminution de la PC de 87 à 89 (1,4 % à Huashito et 1 % à Shushufindi) il y a à présent une légère progression (1,55 % et 1,19 %). En parcelles centrales ou en bordure de cordon sanitaire, la progression reste de l'ordre de 1 % (0,86 % à PO sur l'ensemble 10E, 10D, 9E, 9D, 8E, 8D, 7E, 7D).

La période de mai à juillet reste celle où l'on enregistre le plus de nouveaux cas de PC.

En juin 1990, la mortalité totale était de 9,6 % à Huashito (dont 8,2 % de PC) contre 8,9 % (dont 8,1 % de PC) en avril 1990 à Shushufindi. Palmoriente, dont l'âge moyen est de 7,5 ans est donc plus affecté que Shushufindi dont l'âge moyen est de 9 ans en excluant les plantations 87-88. Là encore l'explication probable est la plus grande proportion de bordures sans cordon sanitaire à Huashito. Au total, la gravité du problème demeure la même, les variations d'une année à l'autre étant limitées.

II - RECHERCHES ENTOMOLOGIQUES SUR LA VECTION DE LA PC

III - Objectif et hypothèse de recherche

L'hypothèse de travail est que la P.C. serait due à un pathogène transmissible par un ou plusieurs insectes et les recherches en entomologie ont pour objectif de reproduire les

symptômes de la maladie en conditions contrôlées.

II2 - Moyens disponibles sur les deux plantations pour la conduite du programme

Les moyens humains affectés aux recherches entomologiques par les deux plantations sont les suivants :

	Huashito	Shushufindi
Ingénieurs assistants	1	1
Superviseurs	2	5
Manoeuvres	15	25

Monsieur Perthuis, entomologiste IRHO résident à Shushufindi, est responsable de la conception et du suivi des travaux sur le terrain et reçoit l'appui technique de la Division Entomologie de l'IRHO.

II3 - LE PROGRAMME DE RECHERCHE INSECTES VECTEURS - PC : PRINCIPE, HISTORIQUE ET SITUATION EN JUIN 90

Comme dans toutes les recherches de ce type, il y a essentiellement deux parties :

A) La détection des insectes suspects incluant l'inventaire faunistique (presque exclusivement les Hémiptères dans le cas présent) et les caractéristiques biologiques principales des espèces pouvant présenter un intérêt, notamment la localisation des espèces en foyer et hors foyer.

B) Les tests et études de transmission. Il s'agit d'introduire des insectes par espèce ou groupe d'espèces en cages ou en manchons. Les cages peuvent contenir un ou plusieurs jeunes plants sensibles ou un arbre adulte, et les manchons une ou plusieurs feuilles d'un arbre adulte. Les introductions sont faites directement après capture ou bien après une phase d'alimentation forcée pour l'acquisition du pathogène sur une plante malade.

L'historique des études a été repris dans des rapports antérieurs, notamment le document 2201 de 1989. Jusqu'en début 1989, après avoir mis l'accent sur diverses lignes de travail (cicadellidae, derbidae, faune de palmiers natifs) on n'est pas arrivé, malgré de multiples observations, à détecter des insectes dont la répartition pouvait coïncider avec celle des foyers de maladie.

Durant la même période, les rares cas de maladie enregistrés sur arbres tests ont dû être mis au compte du hasard.

Au début de 1989, on a saisi l'opportunité d'observer de nouveaux foyers de PC apparus sur de jeunes plantations villageoises de Huashito établies en conditions à priori très favorables à la maladie. L'attention a été attirée par deux espèces de Cicadellidae du groupe des Proconini déjà inventoriées (référence 77 et 78) et par quelques espèces voisines du même groupe (241, 1116). Ces espèces sont assez peu abondantes et se localisent presque essentiellement sur la feuille de rang 1, ce qui les rend difficiles à détecter.

Elles n'avaient été que très peu testées avant 1989.

L'évidente localisation préférentielle des espèces 77 et 78 en corridors et bordures de plantation, analogue donc à celle des foyers de PC en Oriente équatorien, a fait que la quasi-totalité des travaux leur ont été consacrés depuis juin 1989.

II3.1 - Confirmation d'une possible relation entre les espèces 77, 78 et la PC en Oriente équatorien

Il ne faut jamais perdre de vue qu'un insecte vecteur d'une maladie est nécessairement inoffensif là où le pathogène causal n'existe pas, même si l'insecte pullule. De même, un insecte vecteur assez rare peut provoquer des dégâts importants si le taux d'insectes infectés et la virulence du pathogène sont élevés.

Les espèces 77 et 78 sont rarissimes en centre de plantation, fréquentes en certains linderos, et plus encore, en corridor ou en petites surfaces enclavées en forêt. Mais cette apparente corrélation avec la PC pourrait être fortuite. L'insecte vecteur, s'il existe, pourrait fort bien avoir des exigences écologiques voisines de celles des espèces 77 et 78 sans être l'une de ces espèces.

Mais le fait est que malgré de nombreuses observations on n'a pas trouvé "mieux", que ces deux cicadelles en Oriente, comme insectes susceptibles de transmettre la PC. La présence d'espèces très voisines dans les foyers de PC de l'Occidente équatorien et dans les Llanos colombiens est un indice de confirmation. Par contre, on n'a pas encore observé des insectes de ce type en basse Amazonie brésilienne, où sévit également une maladie à priori voisine.

La principale observation en cours pour confirmer cette relation entre les espèces 77 - 78 et la PC est décrite dans les 2 premières pages du rapport de juillet 90 de Monsieur Perthuis (voir cuadro I et figura I de ce même rapport). La méthodologie utilisée est parfaitement rigoureuse (20 zones de type lindero ou en enclaves forestières bien séparées les unes des autres). En ne prenant en considération que les données recueillies sur la Plantation de SHUSHUFINDI (14 données), la corrélation entre importance des populations de *Molomea* et évolution de la maladie est très hautement significative ($r = 0,97$ après transformation des données en Arcsinus - cf. données et figures).

Cette observation va dans le sens de l'hypothèse selon laquelle la cicadelle du genre *Molomea* est vectrice de la maladie. Ceci ne représente cependant pas une preuve directe qui ne peut être apportée que par l'obtention d'un nombre suffisant de cas après introduction en cage de l'insecte suspecté.

II3.2 - Tests de transmission avec les espèces suspectes 77, 78, 116, 241

II3.2.1 - Rappel sommaire de quelques éléments de biologie connus

Toutes ces espèces sont capables de boucler leur cycle biologique complet sur le palmier à huile, mais on ne les a pas encore rencontrées sur les palmiers natifs (à l'exception de la 241). L'espèce 77 est *Molomea virescens*, l'espèce 78 et un *Molomea* non encore identifié. Ces deux espèces fréquentent uniquement les feuilles F_0 et F_1 du palmier à huile où l'on trouve principalement des larves et où la proportion de femelles est proche de 50 %. Les pontes sont groupées et insérées sous la cuticule des feuilles.

On trouve également ces deux espèces, sur deux légumineuses natives : *Bauhinia tarapotensis*, un arbuste, et *Bauhinia sp.*, un arbre de forêt. Il n'y a pas de pontes visibles sur ces légumineuses. La proportion de femelles chez les adultes est faible sur ces plantes (5 % pour 77, 10 % pour 78). Mais les adultes issus de larves prélevées sur ces plantes et mises en élevage ont une proportion normale de femelles. Sur la végétation basse autour des *Bauhinia*, on rencontre également des larves alors que, au contraire, on ne rencontre jamais ces larves sur strate basse en palmeraie où, du reste, il n'y a pas de *Bauhinia*. Les *Bauhinia* sont des hôtes occasionnels, on n'en a pas observé dans la zone de Huashito.

En élevage, on peut obtenir le développement de la larve à l'adulte sur *Penisetum purpureum*, une graminée. Par contre, on n'y parvient pas avec *Bauhinia*.

Il semble que les insectes collectés sur *Bauhinia* et mis en cage sur palmier ont une moindre survie que ceux directement capturés sur palmier.

D'une façon générale, la survie est meilleure en condition confinée (manchon sur feuille d'arbre adulte ou cage très étroite autour d'un jeune plant).

L'espèce 1116 (ou LC1) est un *Oncometopia*, genre très voisin de *Molomea*. On la trouve sur *Lantana* et sur une *Solanaceae* du genre *Pignon*, ainsi que sur *Cecropia* (et ce à tous les stades). Cette espèce est très suspectée comme vectrice de la PC dans les Llanos colombiens.

L'espèce 241 est un *Pseudometopia*, genre très voisin de *Molomea* également. Elle n'a jamais été vue à Huashito jusqu'à

présent. Vue sur palmier natif occasionnellement, on ne connaît pas de plante hôte alternative.

II3.2.2. Techniques d'essais de transmission par insectes

A) GENERALITE

Types de cages : les essais conduits jusqu'en 85, dont les résultats ont été négatifs utilisaient des cages d'environ 10 m³ contenant une dizaine de plants de pépinière et des petites cages de 0,5 à 1 m³ contenant un seul plant de pépinière. L'avantage de l'encagement de jeunes plants est la facilité d'exécution et la possibilité de parfaitement contrôler les plants sujets avant et pendant l'essai (encagement), puis assez longtemps après (encagement et traitements insecticides).

Par la suite, on a réalisé des essais sur arbres de 2 ans et plus, soit avec de grandes cages de 50 à 80 m³, soit avec des manchons foliaires de 0,2 m³ environ contenant une partie de feuille (1,40 m). Même si l'on choisit des arbres dans une zone éloignée de tout foyer ces essais ne peuvent pas être considérés comme contrôlés car avant et après essai (et même pendant dans le cas du manchon) la faune entomologique du milieu ambiant visite librement les arbres tests.

L'avantage de la grande cage est que l'insecte peut en principe s'y déplacer comme dans la nature et visiter ainsi ses sites préférentiels et ceux en principe favorables à l'inoculation de la maladie. L'inconvénient de la grande cage, pour beaucoup d'insectes est de favoriser un réflexe de fuite sur les parois. Cet inconvénient est d'autant plus réduit que la cage est plus étroitement disposée autour du plant test. La grande cage naturellement est coûteuse et peu aisée à utiliser.

L'avantage du manchon est sa commodité d'utilisation multiple à moindre coût, et le confinement qui favorise la survie des insectes. Par contre, l'insecte n'a accès qu'au site choisi pour le manchon qui, même s'il est le site préférentiel de l'espèce, n'est pas forcément le site le plus favorable à l'acquisition ou à la transmission du pathogène.

En matière de maladies de palmacae, le seul exemple que nous connaissions de transmission de maladie sur arbres adultes par introduction d'insectes en manchon concerne le dépérissement foliaire du cocotier au Vanuatu. Le manchon incluait les feuilles de rang 0 et 1.

Modes d'introduction des insectes en cage

Dans le cas le plus simple et le plus favorable, l'insecte est aisément capturable en zone de foyer où on peut supposer que le taux d'individus porteurs du pathogène est élevé. Dans de nombreux autres cas, on ne peut capturer l'insecte que dans des sites et/ou sur des plantes-hôtes différentes de la plante de test. La proportion d'insectes porteurs risque d'être très faible. On est donc amené à procéder à une phase alimentaire sur plante

malade pour faciliter l'acquisition du pathogène et augmenter par la suite le pouvoir de transmission.

Cette technique d'introduction indirecte après alimentation forcée pour l'acquisition du pathogène peut présenter tout ou partie des inconvénients majeurs suivants.

1 - Forte mortalité due aux manipulations répétées sur des espèces fragiles.

2 - Si la période d'acquisition peut être très courte (parfois quelques heures) la phase d'incubation dans l'insecte avant possibilité de transmission est souvent supérieure à 2 - 3 semaines (période durant laquelle la mortalité peut être importante).

3 - La possibilité d'acquisition n'existe qu'avant le stade d'apparition des symptômes pour certaines maladies virales. Avant maîtrise de la transmission expérimentale par insecte, on ne peut jamais savoir si une plante en incubation ou en état maladif constitue une source de pathogène.

4 - Un insecte non responsable de la vection concernée dans des conditions normales peut, éventuellement, après alimentation forcée, devenir capable de transmettre une maladie (cela est surtout vrai pour une transmission de type non persistant).

5 - On ignore où se font l'acquisition et la transmission du pathogène. Dans le cas d'une plante de grande taille, si l'on choisit, par facilité, de tenter l'acquisition en manchon rien ne permet de savoir s'il faut le placer sur la feuille préférentiellement fréquentée ou sur une feuille présentant des symptômes.

Lorsqu'un insecte suspect est difficile à capturer, on tente de l'élever. On n'est pas parvenu à élever les espèces 77-78 sur Bauhinia. Il serait intéressant de reprendre cette tentative avec Bauhinia, Penisetum et Elais groupés en cage.

B) APPLICATION DANS LE CADRE DE LA P.C. EN ORIENTE EQUATORIEN ET RECAPITULATIF DES ESSAIS

Dans son rapport de juillet 90, Monsieur PERTHUIS fait un récapitulatif complet des essais entrepris depuis juin 1989 et exclusivement consacrés aux espèces prioritaires 77 et 78 et à moindre titre aux espèces voisines 1116 et 241.

Nous avons regroupé ces essais dans les tableaux I, II IIIa, IIIb pour mettre plus particulièrement en évidence les types de cages utilisés et les modes d'introduction.

On constate également un retour à l'utilisation de jeunes plants pour les tests. Il s'agit de plants longtemps maintenus au-delà du stade propice à la plantation et, par conséquent, théori-

quement capables d'incuber la PC (maladie qui peut se manifester sur plants 10 mois après mise en place).

Le petit essai conduit sur plantule de clones a un intérêt relatif car, dans la mesure où des plantules pourraient être infectées par la P.C. (idée qu'on avait exclue, sur place, dans le passé) il n'est pas sûr que l'expression des symptômes précoces puisse permettre un diagnostic fiable.

Enfin, on se rend compte que depuis mi-89 le plus gros effort a été consacré à une étude sur la durée du contact supposé d'acquisition (alimentation forcée), le stade symptomatique de la feuille choisie pour l'acquisition et le temps théorique d'incubation du pathogène dans l'insecte :

alimentation forcée d'acquisition : 3 à 5 jours, 10 jours, 15 jours,

stade symptomatique : précoce, moyen, avancé,

incubation dans l'insecte : 0 à 20/30 jours, 20/30 à 40 jours, plus de 40 jours.

Malgré son intérêt fondamental, cette étude paraît assez lourde. C'est le genre de travail que l'on conduit plutôt lorsqu'on a déjà une preuve réelle de la possibilité de transmission par un ou des insectes.

Sachant que l'acquisition prend tout au plus quelques heures, il ne semble pas utile d'étudier des durées d'alimentation forcée supérieures à une semaine.

Le nombre de plants adultes utilisé dans le cadre de tests au-delà de 5 jours d'alimentation forcée et, plus encore, au-delà de 20/30 jours d'incubation est assez limité et les introductions sont assez faibles en moyenne pour ces tests.

Le but du programme reste l'obtention de la transmission de façon irréfutable. Tant qu'il n'est pas atteint, il vaut mieux faire un petit nombre d'essais simples avec des introductions suffisamment massives qu'une multitude de micro-essais compliqués, qui risquent de ne rien apporter de plus, même s'ils aboutissaient.

C) BILAN DES ESSAIS

Il y a donc eu deux cas d'apparition de la PC sur des arbres en test avec les cicadelles proconini, et chaque fois avec l'espèce 78.

P₃₀₂ - Arbres en grande cage. Introduction de 109 adultes capturés sur plantes diverses. Symptômes apparus un juin 1989, un mois après les premières introductions (délai qui paraît très court).

P₃₉₆ - Arbre avec manchon foliaire. Introduction de 268 adultes venant de B. tarapotensis : 10 jours d'alimentation

forcée, 20 à 30 jours d'incubation dans l'insecte.

Au total, un grand nombre d'essais n'ayant que 6 mois d'ancienneté alors que le délai d'incubation moyen, serait de l'ordre de 12 mois, il est prématuré de conclure sur les résultats d'essais conduits avec les cicadelles provonini.

III - RECHERCHES EN OCCIDENTE EQUATORIEN

Une maladie de type P.C. fait d'importants dégâts en Occidente. Il ne nous a pas été possible de nous y rendre.

Deux cicadelles proconini du genre Oncometopia sont actuellement suspectées. On a mis en place, depuis début 1990, un essai de transmission conduit en capturant les insectes sur les plantes-hôtes (Lantana sp) et en les soumettant à une phase d'acquisition en manchon sur feuille d'arbre malade avant leur introduction en cage sur plants sains de pépinière. La P.C. d'Occidente peut sévir sur des jeunes plants.

Cette technique peut être valable, mais elle est en tous cas compliquée et rien ne prouve que la phase d'alimentation forcée telle qu'on la pratique soit utile.

Nous sommes très partisan de compléter ces essais par une expérience simple de capture en foyer non traité et introduction directe. Cette expérience pourrait être de durée limitée si les captures sont suffisantes.

IV - PRECONISATIONS

De nombreux essais sont intervenus depuis fin 1989 avec les espèces 77 et 78, selon un protocole expérimental assez compliqué qui ambitionne de situer les conditions optimales de la transmission.

Il nous paraît nécessaire de faire une nouvelle série de tests avec un effort de simplification et en tentant de réduire autant que faire se peut les inconvénients ou les risques résultant de la phase d'alimentation forcée et de la technique un peu aléatoire des manchons foliaires.

Pour le second semestre 1990 et début 1991, nous confirmons les préconisations suivantes, déjà communiquées à M. PERTHUIS en début juillet 1990 et approuvées par la Division Entomologie de l'IRHO.

1 - Faire une maximum de tests avec 77-78 et, si possible 241 et 1116, comme suit.

Capture de préférence sur palmiers en foyer de P.C. Alimentation forcée en cage (et non en manchon) très étroitement mise en housse autour d'un jeune plant récemment atteint de P.C. Libération sur Fo-F1 de palmier adulte de petite taille (7B Norte

à Huashito) ou sur jeune plant planté, ou sur plant âgé de pépinière dans tous les cas entourés d'une cage aussi étroitement que possible pour réduire la mortalité. La phase d'alimentation forcée ne doit durer que quelques jours au maximum. On regroupera si possible les captures de une semaine ou 10 jours consécutifs sur le même palmier malade. Après libération sur plant ou arbre test, les insectes ne seront plus manipulés. On arrêtera les introductions sur sujet test au cumulé de 1 000 insectes/arbre ou de 500 insectes/plant en condition normale de mortalité.

2 - Ne plus faire de nouveaux tests sur les durées d'acquisition et d'incubation avec la technique des manchons foliaires.

3 - Chez Skinner. S'il existe des populations importantes de SK₁ et SK₂ et autres insectes suspects en foyer actif, tenter de faire réaliser des captures massives sur palmiers pour introduction directe sur plants âgés de pépinière, mis en petites cages étroites (10 tests SK₁ - SK₂ et 10 témoins sans insecte).

4 - Pour les tests sur arbres en champ déjà réalisés, noter l'évolution de la P.C. sur les 6 à 18 arbres périphériques (non testés) depuis la date du test. Pour les nouveaux arbres en test, s'efforcer de garder 6 arbres périphériques hors tests. Le but est d'avoir un meilleur "contrôle" par la présence d'un témoin vraiment représentatif de l'état évolutif de la P.C. dans le site des tests.

5 - Compléter la tentative d'élevage des espèces 77 et 78 en mettant en cage d'élevage des pieds de Bauhinia tarapotensis, de Penisetum purpureum et des plants de palmier à huile de 1 an de pépinière et plus.

6 - Réserver quelques cages et manchons à l'introduction de tous les autres homoptères que l'on observe sur le palmier.

V - CONCLUSION

En 1989, et pour la première fois depuis 1983, les études entreprises en Oriente Equatorien ont mis en évidence des insectes dignes d'être sérieusement suspectés. Toutes les observations entreprises depuis 1989 paraissent confirmer une probable corrélation entre les infestations par des cicadelles proconini 77 et 78, du genre Molomea et l'intensité de la P.C. en plantation. Il est cependant nécessaire de garder quelques réserves sur la signification de cette corrélation d'autant que, sur les toute premières séries de tests de transmission en cage avec ces espèces, on n'a pas mis en évidence une vection de la P.C.

Le travail réalisé a été considérable. Mais un effort de simplification des essais de transmission est à faire pour ne pas risquer de passer à côté du résultat du fait d'une méthodologie qui pourrait, dans le pire des cas, ne pas être adéquate. Nous proposons donc une série d'essais complémentaires simples, en cage confinée, visant à rétablir des conditions semi-naturelles que la technique des manchons foliaires, basée sur des idées intuitives sur les modes d'acquisition et d'inoculation du pathogène par

l'insecte, ne permettait pas.

Lorsque cette nouvelle série d'essais aura été conduite, on pourra dire qu'un nouveau pas aura été franchi pour vérifier l'hypothèse actuelle du rôle des espèces 77-78 dans la P.C.

TABLEAU I - ESSAIS DE TRANSMISSION PAR INTRODUCTION DIRECTE DES ESPECES 77, 78, 241, 1116

PLANTES DE COLLECTE	ESPECES	MATERIEL EN TEST - TYPE D'ENCAGEMENT REFERENCES ET TOTAL DES PLANTS TESTS		
		JEUNES PLANTS PETITES CAGES	ARBRES ADULTES GRANDES CAGES	ARBRES ADULTES MANCHONS FOLIAIRES
PALMIER	77	HZ4, HZ10 Σ2	HP110, HP112 Σ2	P271, 272, 125, 126 HP106, 107, 114, 116, 118, 120 Σ12
	78	H25, H29 Σ2	HP92, HP109, HP111, HP113 Σ4	P273, 274 - HP60, 65, 83, 84, 67, 71, 103, 104, 105, 115, 119, 127 Σ14
	1116	-	-	P273 (Σ1)
	241	-	P327, 344, 346 Σ3	P363 Σ1
PLANTES DIVERSES	77, 78 et divers	-	P23, 178, 176 Σ3	-
	77 + 78	-	-	P209, P241 Σ2
	77 et divers	-	P82, P251 Σ2	-
	77	Z90 Σ1	P299, 301, 320, 324 HP99, 108 Σ6	P259, 134, 262, 264, 266, 297, 325, 328, 330, 332, 336, 340, 349, 366, 380, 471, HP39, 62, 97, 101, 102 Σ22
	78	282, 102 Σ2	P300 /302/*, 321, 323 - HP100 Σ5	P260, 263, 267, 298, 326, 329, 331, 334, 335, 341, 348, 379, 472 Σ13
	1116+78	-	P300 (Σ1)	-
	241	-	-	P212 Σ 1
	1116	-	P401, 402, 457 Σ 3	-
TOTAL %		7 (7p100)	28 28p100	65 65p100

N.B. /302/* - Plant devenu malade P.C.

TABLEAU II - ESSAIS SIMPLES DE TRANSMISSION PAR INTRODUCTION INDIRECTE DES ESPECES 77, 78, 241, 116 APRES ALIMENTATION FORCEE EN MANCHON SUR FEUILLE AVEC SYMPTOME DE PC

PLANTES DE COLLECTE	ESPECES	MATERIEL EN TEST - TYPE D'ENCAGEMENT REFERENCES ET TOTAL DES PLANTS TESTS		
		JEUNES PLANTS PETITES CAGES	ARBRES ADULTES GRANDES CAGES	ARBRES ADULTES MANCHONS FOLIAIRES
PALMIER	241	Z37 Σ 1	P127, 377 Σ 3	P137, 141, 144, 147, 383, 388, 444, 481, 497 Σ 9
LANTANA	1116	Z83, 91, 92, 93, 108, 109, 110, 111 Σ 8	P397, 408 Σ 2	P389, 390, 403, 421, 434, 478, 442, 482, 509 Σ 9
BAUHINIA ET DIVERS	77	5 plants âgés 12 plantules Σ 17	-	-
	78	5 plants âgés 12 plantules Σ 17	-	-
TOTAL :		43 66p100	4 6p100	18 28p100

Tableau IIIa

ESPECE 77 : Essais de transmission par introduction indirecte avec différentes durées d'alimentation forcée (A.F) sur feuilles affectées par la P.C. et à différents stades possibles de l'incubation du pathogène dans l'insecte (INC).

CONDITIONS DE TRANSMISSION	ESPECES 77 STADES GENERATION	MATERIEL EN TEST - TYPE D'ENCAGEMENT REFERENCES ET TOTAL DES PLANTS TESTS		
		JEUNES PLANTS PETITES CAGES	ARBRES ADULTES GRANDES CAGES	ARBRES ADULTES MANCHONS FOLIAIRES Fl...
AF = 3 - 5 j INC = 0 - 20/30 j	adultes GO	Z1 à 18, 22 à 24, 31 à 33, 45 à 47, 63 à 65, 128, 129 Σ 32	P339, 342, 347, 352, 354, 355, 357 Σ 7	P256, 275, 305, 365, 367, 369, 371, 382, 391, 399, 499, 500 Σ 12
AF = 10 j INC = 0 - 20/30 j	adultes GO	Z60 à 62, 116 à 118, 122, 130 à 132 Σ 10	-	P395, 404, 406, 409, 439, 440, 447, 450, 467, 505, 506, 507, 510, 516, 517 Σ 15
AF = 15 j INC = 0 - 20/30 j	adultes GO	Z103 à 105 Σ 3	-	P412, 417, 422, 432, 433, 466, 512, 514 Σ 8
AF = 3 - 5 j INC = 20/30 - 40 j	adultes GO	Z29, 30, 41, 43, 44, 51 à 53, 84, 85, 138 Σ 11	-	P351, 360, 373, 378, 385, 513 Σ 6
AF = 10 j INC = 20/30 - 40 j	adultes GO	Z79 à 81 Σ 3	-	P415, 423, 469, 470, 473, 476, 490, 502 Σ 7
AF = 15 j INC = 20/40 - 40 j	adultes GO	Z115 Σ 1	-	P425, 458 à 460, 492 Σ 5
AF = 3 à 15 j INC = 40 j...	adultes GO	Z70 à 72, 107 Σ 4	-	P411, 414, 429, 435, 445, 446, 448, 454, 474, 475, 479, 485, 486, 487, 493, 495 Σ 16
DIVERSES AF - INC Larves le génération	larves G1	Z88, 106 Σ 2	-	P359, 374, 386, 392, 419, 449, 424
DIVERSES AF - INC Adultes le génération	adultes G1	Z75 Σ 1	-	P393 Σ 1
T O T A L - %		76 (52p100)	7 (5p100)	64 (43p100)

Tableau IIib

ESPECE 78 : ESSAIS DE TRANSMISSION PAR INTRODUCTION INDIRECTE AVEC DIFFERENTES DUREES D'ALIMENTATION FORCEE (A.F.) SUR FEUILLES AFFECTEES PAR LA P.C. ET A DIFFERENTS STADES POSSIBLES DE L'INCUBATION DU PATHOGENE DANS L'INSECTE (INC).

CONDITIONS DE TRANSMISSION	ESPECES 78 STADES GENERATION	MATERIEL EN TEST - TYPE D'ENCAGEMENT REFERENCES ET TOTAL DES PLANTS TESTS		
		JEUNES PLANTS PETITES CAGES	ARBRES ADULTES GRANDES CAGES	ARBRES ADULTES MANCHONS FOLIAIRES F1...
AP = 3 - 5 j INC = 0 - 20/30 j	adultes + larves GO	Z19 à 21, 25 à 27, 34 à 36, 38 à 40, 48 à 50, 66 à 68, 123, 124, 139, 140 Σ 22	P338, 343, 345, 353, 358, 356 Σ 6	P257, 276, 304, 364, 368, 370, 372, 381, 384, 394, 398, 430, 438, 463, 503, 504, HP 53, 56 Σ 18
AP = 10 j INC = 0 - 20/30 j	adultes + larves GO	Z57 à 59, 119 à 121, 133 à 135 Σ 9	-	/P396/, P405, 407, 410, 436, 437, 462, 498, 511, 518 Σ 10
AP = 15 j INC = 0 - 20/30 j	adultes GO	Z94 à 99, 125 à 127 Σ 9	-	P413, 418, 426, 427, 431, 468, 501, 515 Σ 8
AP = 3 - 5 j INC = 20/30 - 40 j	adultes GO	Z29, 42, 54 à 56, 86, 87, 136 Σ 8	-	P350, 362, 375, 461, 464, 491 Σ 6
AP = 10 j INC = 20/30 - 40 j	adultes GO	Z76 à 78 Σ 3	-	P416, 465, 488 Σ 3
AP = 15 j INC = 20/30 - 40 j	adultes GO	Z114, 137 Σ 2	-	P424, 428, 441, 451, 453, 456, 490 Σ 7
AP = 3 à 10 j INC = 40 j...	adultes GO	Z100, 113 Σ 2	-	P489, 496, 508, 455, 443, 477, 483 Σ 7
DIVERSES AP - INC Larves 1e génération	larves G1	Z69, 89, 112 Σ 3	-	P361, 376, 387, 420, 452, 484, Σ 6
DIVERSES AP - INC Adultes 1e génération	adultes G1	Z74, 101 Σ 2	-	P400 Σ 1
AP = 4 - 10 j INC = 0-20 ou 20-40j	larves GO	HZ 1 à 3, 6 à 8, 11 Σ 7	0	HP117, 121, 122, 123, 124, 128, 129 7
TOTAL - %		67 (46p100)	6 (4p100)	73 (50p100)

* N.B. : /P396/ = Plant devenu malade P.C.

PLANTATION DE Shushufindi - Sur 14 sites nbre de Molomea/100 feuilles (indice)
et progression moyenne mensuelle de la maladie au cours des 6-12 mois qui ont
suivi les observations sur les insectes.

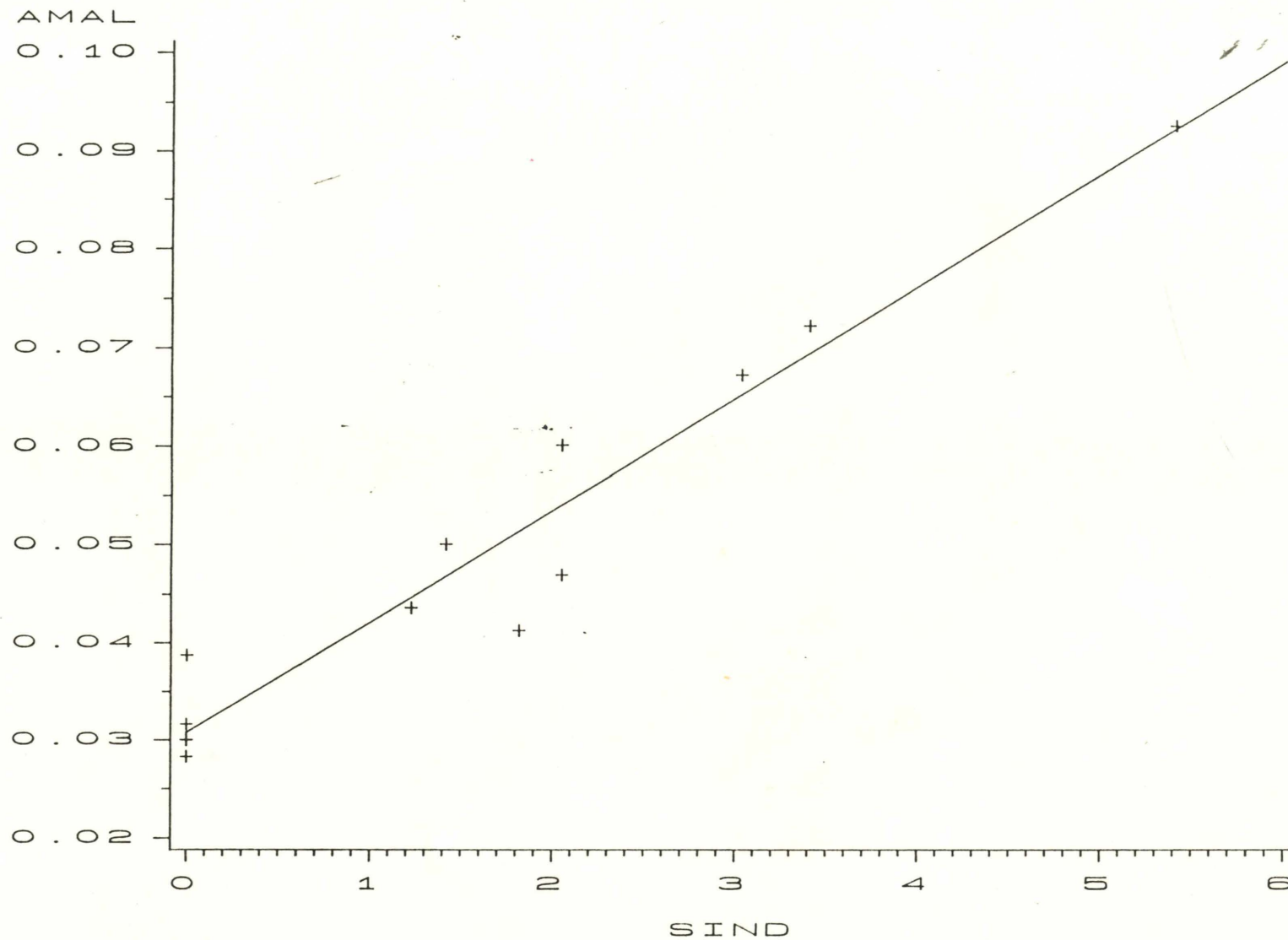
OBS	LIEU	INDICE	MALADIE	SAS LIND	LHAL	AMAL	16:41 TUESDAY, OCTOBER 30 SIND
1	S	29.2	0.85	3.37417	-0.1625	0.0923266	5.40370
2	S	11.6	0.52	2.45101	-0.6539	0.0721737	3.40588
3	S	9.2	0.45	2.21920	-0.7985	0.0671325	3.03315
4	S	4.2	0.36	1.43508	-1.0217	0.0600361	2.04939
5	S	2.0	0.25	0.69315	-1.3863	0.0500209	1.41421
6	S	4.2	0.22	1.43508	-1.5141	0.0469214	2.04939
7	S	1.5	0.19	0.40547	-1.6607	0.0436028	1.22474
8	S	3.3	0.17	1.19392	-1.7720	0.0412427	1.81659
9	S	0.0	0.15	.	-1.8971	0.0387395	0.00000
10	S	0.0	0.10	.	-2.3026	0.0316280	0.00000
11	S	0.0	0.09	.	-2.4079	0.0300045	0.00000
12	S	0.0	0.09	.	-2.4079	0.0300045	0.00000
13	S	0.0	0.09	.	-2.4079	0.0300045	0.00000
14	S	0.0	0.08	.	-2.5257	0.0282880	0.00000

VARIABLE	N	MEAN	STD DEV	SAS	SUM	16:41 TUESDAY, OCTOBER MINIMUM
SIND	14	1.45693277	1.65210487		20.39705884	0.00000000
AMAL	14	0.04729469	0.01928985		0.66212564	0.02828804

PEARSON CORRELATION COEFFICIENTS / PROB > |R| UNDER H0:RHO=0 / N = 14

	SIND	AMAL
SIND	1.00000 0.0000	0.97016 0.0001
AMAL	0.97016 0.0001	1.00000 0.0000

PROGRESSION DE PC EN FONCTION DE MOLOMEA (SHUSHUFINDI)



AMAL=ARCSIN (RACINE (MALADIE))
SIND=RACINE (INDICE)